

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002433

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-133265  
Filing date: 28 April 2004 (28.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

25.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2004年 4月28日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-133265  
Application Number:

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 3 3 2 6 5

出願人 日立化成工業株式会社  
Applicant(s):

2005年 4月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願  
【整理番号】 16000731  
【提出日】 平成16年 4月28日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01N 1/10  
【発明者】  
【住所又は居所】 茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内  
【氏名】 河添 宏  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区芝浦四丁目9番25号 日立化成工業株式会社内  
【氏名】 安江 清  
【発明者】  
【住所又は居所】 茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成工業株式会社 総合研究所内  
【氏名】 赤井 邦彦  
【発明者】  
【住所又は居所】 茨城県日立市東町四丁目13番1号 日化テクノサービス株式会社内  
【氏名】 井上 嘉則  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004455  
【氏名又は名称】 日立化成工業株式会社  
【代表者】 長瀬 寧次  
【電話番号】 03-5381-2403  
【連絡先】 知的財産室  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2004- 41379  
【出願日】 平成16年 2月18日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 010043  
【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

第一の支持体と、マイクロ流体システムの流路として機能する、少なくとも一本の中空フィラメントとを備え、該中空フィラメントが前記第一の支持体に任意の形状に敷設され、かつ前記中空フィラメントの内側の所定箇所が機能性を有するマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 2】**

内側の所定箇所が機能性を有する中空フィラメントが、第一の支持体に任意の形状に複数本敷設された請求項 1 記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 3】**

さらに、内側の所定箇所に機能性を有さない中空フィラメントが、第一の支持体に任意の形状に少なくとも一本敷設された請求項 1 又は 2 記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 4】**

少なくとも一本の中空フィラメントが、他の少なくとも一本の中空フィラメントに交差するように敷設された請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 5】**

少なくとも一本の中空フィラメントが、該中空フィラメント自身に交差するように敷設された請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 6】**

さらに、第二の支持体を有し、該第二の支持体と第一の支持体との間に少なくとも一本の中空フィラメントが挟まれた構造である請求項 1 ~ 5 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 7】**

少なくとも一本の中空フィラメントの一部が、第一の支持体、及び／又は、第二の支持体から露出するように敷設された請求項 1 ~ 6 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 8】**

少なくとも一本の中空フィラメントが、流体を外部から注入、及び／又は、外部へ抽出するためのポートを備える請求項 1 ~ 7 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 9】**

中空フィラメントの経路を連結する中継部を備える請求項 1 ~ 8 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 10】**

少なくとも一本の中空フィラメントの所定箇所に金属膜が形成されている請求項 1 ~ 9 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 11】**

少なくとも一本の中空フィラメントの所定箇所が光透過性を有する請求項 1 ~ 10 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 12】**

機能性が、吸・脱着、イオン交換、分離、除去、分配及び酸化・還元からなる群から選ばれる少なくとも一つである請求項 1 ~ 11 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 13】**

少なくとも一本の中空フィラメントの内側の所定箇所に充填材を固定することにより機能性を付与する請求項 1 ~ 12 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

**【請求項 14】**

少なくとも一本の中空フィラメントの内側の所定箇所にグラフト重合処理を施すことによ

り機能性を付与する請求項1～13いずれか1項記載のマイクロ流体システム用支持ユニット。

【書類名】明細書

【発明の名称】マイクロ流体システム用支持ユニット

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ流体システム用支持ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

化学や生化学の分野ではMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術を応用した反応系や分析装置の小型化に関する研究が進められている。従来は、構成要素の一つとなるマイクロポンプ、マイクロバルブといった単一機能を有する機械要素(マイクロマシン)の研究開発が行われている(例えば、非特許文献1及び2参照)。

目的の化学反応や化学分析を行うためには、マイクロマシンなどの各種部品を複数組み合わせてシステム化する必要がある。一般にそれらのシステムの完成形は、マイクロリアクター (Micro Reactor System)、マイクロ化学分析システム (Micro Total Analysis System:  $\mu$ TAS) などと呼称されている。通常、マイクロマシンは半導体製造プロセスを適用してシリコンチップ上に形成する。複数の要素を一つのチップに形成(集積)し、システム化することは、原理的には可能であり、その取り組みも実際行われている(例えば、非特許文献3参照)。しかし、その作製プロセスは複雑であり、量産レベルでこれを製造することは困難と予想されている。複数のマイクロマシン等を接続して流体回路(システム)を形成する方法として、シリコン基板の所定の位置にエッチング等で溝を形成し流路とするチップ型基板(ナノリアクター)が提案されている。上記の集積化する方法より製造ははるかに容易というメリットがある。しかし、流路断面積が小さく流体と溝側面との界面抵抗が大きく、その流路長は最大でmm単位といったところが現状であり、流路層の多層化が難しく、実際に行われる合成反応や化学分析では反応や分析の種類、ステップ数や量が制限されてしまうという点が克服されていなかった。

【0003】

【非特許文献1】庄子、「化学工業」, 2001年4月, 第52巻, 第4号, p.45-55

【非特許文献2】前田、「エレクトロニクス実装学会誌」, 2002年1月, 第5巻, 第1号, p.25-26

【非特許文献3】伊永、「日本学術会議50周年記念環境工学連合講演論文集」, 1999年, 第14号, p.25-32

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上記課題を解決するために鋭意検討されたものである。本発明の目的は、反応や分析のステップ数や量の制限が緩く、製造が容易であるマイクロ流体システム用支持ユニットを提供することである。また、本発明の他の目的は、複雑な流体回路を高密度に実装できるマイクロ流体システム用支持ユニットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、第一の支持体と、マイクロ流体システムの流路として機能する、少なくとも一本の中空フィラメントとを備え、該中空フィラメントが前記第一の支持体に任意の形状に敷設され、かつ前記中空フィラメントの内側の所定箇所が機能性を有するマイクロ流体システム用支持ユニットである。

中空フィラメントを流路として用いるため、精度がよく、製造が容易であり、且つ反応や分析のステップ数や量を制限しない多機能のマイクロ流体システムを提供することができる。

請求項2に記載の発明は、内側の所定箇所が機能性を有する中空フィラメントが、第一の支持体に任意の形状に複数本敷設された請求項1記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 3 に記載の発明は、さらに、内側の所定箇所に機能性を有さない中空フィラメントが、第一の支持体に任意の形状に少なくとも一本敷設された請求項 1 又は 2 記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 4 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントが、他の少なくとも一本の中空フィラメントに交差するように敷設された請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 5 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントが、該中空フィラメント自身に交差するように敷設された請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

立体的に敷設することができるため、精度がよく、製造が容易で、且つ反応や分析のステップ数や量を制限しない。更に、多機能のマイクロ流体システム用支持ユニットを提供することができる。また、複雑な流体回路であっても場所を要しない小型マイクロ流体システム用支持ユニットを提供することができるため、マイクロ流体システム自体のコンパクト化を図ることもできる。

請求項 6 に記載の発明は、さらに、第二の支持体を有し、該第二の支持体と第一の支持体との間に少なくとも一本の中空フィラメントが挟まれた構造である請求項 1 ~ 5 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 7 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントの一部が、第一の支持体、及び／又は、第二の支持体から露出するように敷設された請求項 1 ~ 6 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

これにより、外部部品や装置との接続を容易に行なうことができる。

#### 【0006】

請求項 8 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントが、流体を外部から注入、及び／又は、外部へ抽出するためのポートを備える請求項 1 ~ 7 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 9 に記載の発明は、中空フィラメントの経路を連結する中継部を備える請求項 1 ~ 8 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

これにより、互いに機能が異なるチューブを容易に接続でき、多段の反応などを行うことができる。

#### 【0007】

請求項 10 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントの所定箇所に金属膜が形成されている請求項 1 ~ 9 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 11 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントの所定箇所が光透過性を有する請求項 1 ~ 10 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 12 に記載の発明は、機能性が、吸・脱着、イオン交換、分離、除去、分配及び酸化・還元からなる群から選ばれる少なくとも一つである請求項 1 ~ 11 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 13 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントの内側の所定箇所に充填材を固定することにより機能性を付与する請求項 1 ~ 12 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

請求項 14 に記載の発明は、少なくとも一本の中空フィラメントの内側の所定箇所にグラフト重合処理を施すことにより機能性を付与する請求項 1 ~ 13 いずれか 1 項記載のマイクロ流体システム用支持ユニットである。

多種多様な吸／脱着、分配、分離、濃縮等の化学操作を簡単な構造で逐次的にかつ多段に構築することができる。その結果、反応や分析のステップ数や量を制限しない更に多機能のマイクロ流体システム用支持ユニットを提供することができる。また、更に、複雑な流体回路であっても場所を要しない小型マイクロ流体システム用支持ユニットを提供することができるため、マイクロ流体システム自体のコンパクト化を図ることもできる。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明のマイクロ流体システム用支持ユニットは製造が容易である。また、反応や分析の工程数や量の制限が緩い。また、cm単位の長い距離の流路長を得ることができる。

この結果、本発明のマイクロ流体システム用支持ユニットは、精度がよく、製造ばらつきが少ない流体回路（マイクロ流体システム）を提供することができる。また、立体的に少なくとも一本の中空フィラメントを交差させることができるために複雑な流体回路の小型のマイクロ流体システムを提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0009】

図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号で表している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なる。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を照らし合わせて判断するべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

## 【0010】

図1に示すように、本発明の第一の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットは、第一の支持体1と、この第一の支持体1に任意の形状に敷設された複数の中空フィラメント501, 502, 503, ..., 508と、この複数の中空フィラメント501, 502, 503, ..., 508と交差する方向に敷設された複数の中空フィラメント511, 512, 513, ..., 518とを備える。これらの複数の中空フィラメントの第一の支持体1とは反対側に第二の支持体2を有し、複数の中空フィラメント501, 502, 503, ..., 508, 511, 512, 513, ..., 518が第一の支持体1と第二の支持体2との間に挟まれた構造をとっている。これらの複数の中空フィラメント501, 502, 503, ..., 508, 511, 512, 513, ..., 518の内側には機能性を有する所定箇所301, 302, ..., 308, 311, 312, ..., 318が備えられている。また、これらの複数の中空フィラメントは、それぞれ第一の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットの薬液の流路層を構成している。

## 【0011】

複数の中空フィラメントの内径及び外径は目的に応じて選択すればよいが、単位時間当たりの流量がミリリットル (mL) ~マイクロリットル ( $\mu$ L) 単位となる場合が多いと考えられるので、内径は、 $\phi$  0.01 mm ~ 1.0 mm程度であることが好ましい。この様な径の中空フィラメントを作製する場合は、ポリイミド (PI)、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、4フッ化エチレン・パーフルオロアルコキシエチレン共重合体 (PFA) などの材質が特に適している。 $\phi$  0.01 mm以下の内径にすると、中空フィラメントの内壁面と流体との界面抵抗の影響が無視できなくなり、詰まりなどの不具合を生じやすい傾向がある。一方、 $\phi$  1.0 mmより大きい内径では流体を連続的に流すためには高圧が必要となり他の部品への負担が増え、また、流体中への気泡の混入等が生じてしまう可能性がある。複数の中空フィラメントに流している流体に化学反応を生じさせる場合は、中空フィラメントは耐薬品性を有するものがよい。

## 【0012】

中空フィラメントの内側の所定箇所が有する機能性としては、例えば、吸・脱着、イオン交換、分離、除去、分配、酸化・還元等が挙げられる。

機能性を充填材の充填により中空フィラメントに付与する場合は、例えば、無機系充填剤、樹脂系充填剤等から目的に応じた充填材を選んでよい。無機系充填剤としては、例えば、シリカゲル、活性炭、アルミナ、ジルコニア、チタニア等を基材としたものなど挙げられる。なお、シリカゲル充填剤は塩基性の水溶液に溶解するため、pHは8以下で使用することが好ましい。樹脂系充填剤としては、例えば、スチレン-ジビニルベンゼン共重合体、ポリメタクリレート等の合成ポリマー-ゲル、天然高分子ゲルなどが挙げられる。樹

脂系充填材は目的応じて、硬さ、細孔の大きさなどを制御することが容易であり、また、幅広いpH範囲（pH 2～13程度）で使用できる。目的の応じて、これら充填材の表面に所定のDNAプローブ、抗体、イオン交換基を導入してもよく、また、触媒作用のある金属などを担持させてもよい。

#### 【0013】

機能性をグラフト重合処理によって付与する場合は、例えば、放射線グラフト重合法が好ましい。例えば、チューブの所定箇所に電子線、ガンマ線等の高エネルギーの放射線を照射し、ラジカルを生成させ、グリシルメタクリレート（GMA）モノマーをチューブに流すとグラフト重合側鎖が生成する。この側鎖に目的とする機能基を導入するという方法である。任意形状のチューブの所定箇所に機能基を導入することが、様々な機能を付与することができるので好ましい。

#### 【0014】

また、中空フィラメントに流している流体に光を照射し、光化学反応を生じさせたり、分光分析を行う場合は、光化学反応を生じさせたり、分光分析を行う中空フィラメントの所定箇所に光透過性があるとよい。光透過率は目的に応じた値でよいが、目的波長において80%以上であることが好ましく、90%以上であることがより好ましい。この場合、中空フィラメントの所定箇所に隣接する部分の第一の支持体1、及び／又は、第二の支持体2が上述のような光透過率を有するか、又は、図4（a）に示すように、第一の支持体1、及び／又は、第二の支持体2に露出窓を設け中空フィラメント58を露出させることができるので好ましい。

#### 【0015】

中空フィラメントを第一の支持体に敷設し、好ましくは固定することは、中空フィラメント単体の場合と比較して、周囲の温度、電場、磁場等様々な環境を制御し易いという優れたメリットがある。このことは、化学反応、化学分析等を行う際に有利であり、特にマイクロ化された反応系及び分析系においては好ましい。また、その他の部品とのアライメントが容易で接続し易く、多数の中空フィラメントをコンパクトに収容できるという利点もある。

#### 【0016】

化学分析を行う場合、複数の中空フィラメントを有していることが作業効率を高める点でよい。この場合、複数の中空フィラメントは、反応時間、泳動距離、エネルギー印可量等の条件を等しくするという観点から、互いに等長であることが好ましい。つまり、試料の流入部から流出部まで外部から受けるエネルギー量が均一であり、更に他の中空フィラメントが受けるエネルギー量ともほとんど差がないことが好ましい。この様な観点から、中空フィラメントに伝わる熱の分布が均一になるように中空フィラメントが2枚以上の支持体間に挟まれていることが好ましい。また、複数の中空フィラメントの管の厚みは均一である方が好ましい。

#### 【0017】

中空フィラメントは、例えば、市販の各種材質のチューブを使用することができ、目的に応じて任意の材質のものを選択することができる。それらの例としては、ポリ塩化ビニル樹脂（PVC）、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリ酢酸ビニル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂（PVA）、ポリスチレン樹脂（PS）、スチレン・アクリロニトリル・ブタジエン共重合体（ABS）、ポリエチレン樹脂（PE）、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）、ポリプロピレン樹脂（PP）、ポリ4-メチルペンテン（TPX）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、PEEK、PI、PEI、PPS、酢酸セルロース、四フッ化エチレン樹脂（PTFE）、4フッ化・6フッ化プロピレン樹脂（FEP）、PFA、4フッ化エチレン・エチレン共重合体（ETFE）、3フッ化塩化エチレン（PCTFE）、フッ化ビニリデン（PVDF）、ポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）、ポリアミド樹脂（ナイロン）、ポリアセタール（POM）、ポリフェニレンテレフタレート（PPO）、ポリカーボネート樹脂（PC）、ポリウレタン樹脂、ポリエスチルエラストマ、ポリオレフィン樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂等の有機材質や、ガラス、石

英、カーボン等の無機材質などが挙げられる。

### 【0018】

第一の支持体、第二の支持体等の支持体の材質、形状、サイズなどは目的に応じて選定すればよく、板厚、フィルム厚等の適正な範囲は目的や求められる機能によって異なることが多い。例えば、電気絶縁性を求める場合は、プリント配線板等に用いられているエポキシ樹脂板、ポリイミド樹脂板など、フレキシブル配線板等に用いられているデュポン社製のカプトンフィルムに代表されるようなポリイミドフィルム、東レ社製のルミラーフィルムに代表されるようなP E Tフィルムなどを選定することが好ましい。第一の支持体の板厚（フィルム厚）は厚い方が好ましく、0.05mm以上であることより好ましい。

また、第一の支持体に放熱性を求める場合は、アルミ（A1）、銅（Cu）、ステンレス、チタン（Ti）等の金属製の箔や板を選定することが好ましい。この場合、第一の支持体の板厚は更に厚い方が好ましく、0.5mm以上であることより好ましい。

また、第一の支持体に光透過性を求める場合は、ガラス、石英板等の無機材料の板やフィルム、ポリカーボネート、アクリル等の有機材料の板やフィルムなどを選定することが好ましい。第一の支持体の板厚（フィルム厚）は薄い方が好ましく、0.5mm以下であることより好ましい。

更に、支持体として、表面に銅等の金属パターンをエッチング、めっき等で形成したいわゆるフレキシブル回路基板やプリント回路基板などを用いてもよい。このことで、マイクロマシン、発熱素子、圧電素子、温度・圧力・歪み・振動・電圧・磁界等の各種センサーや抵抗・コンデンサ・コイル・トランジスタやI Cなどの電子部品、更に半導体レーザ（LD）、発光ダイオード（LED）、及びフォトダイオード（PD）などの光部品など、様々な部品や素子を実装する端子や回路を形成でき、システム化が容易になる。

### 【0019】

中空フィラメントの固定を容易にする目的で、第一の支持体、及び／又は、第二の支持体の表面に接着剤の層（接着層8）を設けてもよい。それらの例としては、国際公開WO 03/070623号公報記載のものが好適に挙げられる。

また、中空フィラメントに流体を外部から注入、及び／又は、外部へ抽出するためにポートを有することが好ましい。これらポートの構造、形状、設ける箇所等は任意でよい。例えば、図2（a）に示すように中空フィラメント58の内径若しくは外径と同程度又はそれ以下の径の穴41をレーザー加工、切削加工等で形成し、シリコーンゴム等で蓋をする方法や、図2（b）に示すように、やはり同径程度の径を有するニードル42を中空フィラメント58に突き刺し、該ニードル42を固定する方法や、図8に示すように中空フィラメントの末端に流体用の継手43を設ける方法などがある。目的に応じて单心、多心の何れのタイプを使用しても良い。また、バルブ機能やフィルター機能を内蔵した継手を設けることでより高機能なマイクロ流体システム用支持ユニットを構成することができる。

穴41、ニードル42、継手43等の大きさは基本的に任意でよいが、倍以上の大きさになると無駄な容量が増加しマイクロ化のメリットが減少してしまったり、気泡などの混入を引き起こす原因となるので、注意が必要である。

### 【実施例】

#### 【0020】

（例1）

第一の支持体1に、接着剤層として厚さ250μmで室温で粘着性であるスリーエム社製V B H A-10フィルム有した厚さ75μmのデュポン社製カプトン300Hを用いた。この第一の支持体1の所望の位置に、超音波振動と荷重の出力制御が可能でNC制御でX-Yテーブルを可動できるNC配線装置を用い、仁礼工業株式会社の高機能エンプラチューブ（材質：P E E K、内径0.2mm、外形0.4mm）62からなる中空フィラメント501～508、511～518を敷設する。敷設する中空フィラメント501～508、511～518には、荷重80gと周波数30kHzの超音波による振動をかけ、半径5mmの円弧状に行い、交差する部分も設けた。第二の支持体2として、デュポン

社製カプトン300Hを用い、複数の中空フィラメント511～518からなる第二の中空フィラメント群を敷設した。その後、プリント基板用の小径穴あけ用途のレーザ穴あけ機を用い、パルス幅5ms、ショット数4ショットでφ0.2mmの穴を0.1mm間隔で移動させて、図1(b)に示す所望の切断線に沿って、幅広の十字の形に外形加工する。その後、中空フィラメント501～508、511～518の端部付近の第一の支持体1の所定部分を除去し、8本の全長20cmの中空フィラメント501～508からなる第一の中空フィラメント群、及び8本の全長20cmの中空フィラメント511～518からなる第二の中空フィラメント群を、それぞれの端部の10mmの長さを露出させた形状でマイクロ流体システム用支持ユニットを作製する。敷設部分全般、特に交差する部分で中空フィラメントの破損はない。

この結果、複数の中空フィラメント501～508からなる第一の中空フィラメント群、及び複数の中空フィラメント511～518からなる第二の中空フィラメント群で形成した流路の位置ばらつきは、設計図面に対し、±10μm以内に収まる。マイクロ流体システム用支持ユニットを温度調節器内に入れ、80℃に保ち、液状の着色インクを一方の端から流入し、流出までの時間をストップウォッチ等の計測機器で計測した場合、8本ともほぼ同じタイミング(±1秒以下)で他端から流出する。

### 【0021】

(例2)

第一の支持体1に、厚さ100μmの非粘着型感圧接着剤ダウコーニングアジア社製のS9009を有した厚さ0.5mmのアルミ板を用いた。これに、超音波振動と荷重の出力制御が可能でNC制御でX-Yテーブルを可動できるNC配線装置を用い、ハギテック社のガラスチューブESG-2(内径0.8mm外径1mm)を敷設する。敷設する中空フィラメント501～508、511～518には、荷重100gと周波数20kHzの超音波による振動をかける。中空フィラメント501～508、511～518の敷設は、半径10mmの円弧状に行い、交差する部分も設ける。その交差する部分の近傍では、荷重と超音波振動を止めることとする。第二の支持体2には、デュポン社製カプトン200Hを用い、真空ラミネートを用いて中空フィラメント501～508、511～518を施設した支持ユニット上にラミネートする。その際、流入部、流出部、及び交差部の中空フィラメント501～508、511～518近傍に温度測定用の熱電対を埋め込む。その後の外形加工では、プリント基板用の外形加工機を用いて所望の形に切断する。所定部分の支持体を除去し、12本の全長40cmの中空フィラメント501～508、511～518を50mmの長さを露出させた形状のマイクロ流体システム用支持ユニットを作製できる。中空フィラメント501～508、511～518で形成した流路の位置ばらつきは設計図面に対し、±20μm以内に収まる。敷設部分全般、特に交差配線部分で中空フィラメント501～508、511～518の破損はない。

共立電子産業製のフィルムヒートFTH-40をアルミ板裏面の全面に貼り付け90℃に設定する。約20℃の水を一方の端から流入し、他端から流出した水の温度を測定したところ、88±1℃である。又、流入部、流出部、及び交差部の各温度は89±0.5℃であり、精度良い温度制御が可能である。

### 【0022】

(例3)

第一の支持体1に、室温で非粘着性接着剤であるダウコーニングアジア社製S9009(厚さ200μm)を有した厚さ35μmの銅はくを用いた。これに超音波振動と荷重の出力制御が可能でNC制御でX-Yテーブルを可動できるマルチワイヤ用布線機を用い、仁礼工業株式会社の高機能エンプラチューブ(材質:PEEK、内径0.2mm、外形0.4mm)を敷設する。敷設する中空フィラメント58には、荷重80gと周波数30kHzの超音波による振動をかける。中空フィラメント58の敷設は、半径5mmの円弧状に行い、交差する部分も設ける。その交差部の近傍では、荷重と超音波振動を止めることとする。第二の支持体2として、ダウコーニングアジア社製S9009(厚さ200μm)を有したデュポン社製カプトン200Hを用い、真空ラミネートで中空フィラメント5

8を敷設した表面にラミネートする。

その後、中継部8となる箇所の第二の支持体2、中空フィラメント58に対して、プリント基板用の小径穴あけ用途のレーザ穴あけ機を用いパルス幅5ms、ショット数を4ショットでφ0.2mmの穴をあける。その後、ルーターで外形加工し、複数の流路が接続した中継部8を有するマイクロ流体システム用支持ユニットを作製できる。

### 【0023】

#### (その他の実施の形態)

本発明は上記の形態によって記載したが、この開示の一部をなす部分及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。例えば、マイクロ流体システム用支持ユニットの一部に貫通孔を設け、カム付きモータなどで中空フィラメント58の一部に時間周期的な力を加えこの箇所の中空フィラメントを変形させ、この箇所にある流体を移動させて、脈動流を生じさせるマイクロポンプ、若しくはマイクロバルブのような使い方をする場合は、中空フィラメント58に弾性があるとよい。特に、中空フィラメント58は、ヤング率で10<sup>3</sup> MPa以下であることが好ましい。

又、露出した中空フィラメント58の一部に金属膜59を形成し、電圧などを印加するための端子を形成することができる。この場合、Cu、Al、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、金(Au)、等を単層、或いは多層化してめつきや蒸着などで形成するとよい。

又、マイクロ流体システム用支持ユニットは、図3(a)、図3(b)に示すように、開口部である中継部6を備えていたが、中継部6が流体の混合又は分岐のみを行う場合、第二の支持体2を除去加工しないで閉ざした構造にしてもよい。

更に、中空フィラメントと中空フィラメントの交差は、必ずしも90度に直交している必要はなく、交差していればよい。

一方、中空フィラメントは必ずしも交差させる必要はなく、図5及び図6に示すように、一方向に走行する複数の中空フィラメント501～508のみから構成してもよい。又、図7に示すように、湾曲を描く複数の中空フィラメント511～518を敷設してもよい。

尚、中空フィラメントは、必ずしも複数敷設されていなくてもよく、即ち中空フィラメントは単数であってもよい。

#### (例4)

第一の支持体1に、非粘着型感圧接着剤ダウコーニングアジア社製のS9009(厚さ100μm)を有した厚さ0.5mmのアルミ板を用いた。これに、超音波振動と荷重の出力制御が可能でNC制御でX-Yテーブルを可動できるNC配線装置を用い、中空フィラメントとしてイワセ社のフッ素樹脂チューブEXYLON PFAチューブ(内径0.5mm、外径1.5mm)を敷設した。中空フィラメント501～508、511～518には、荷重120gと周波数20kHzの超音波による振動をかけ、長さ40cmの直線状に密着して並べた。その交差する部分の近傍では、荷重と超音波振動を止めた。第二の支持体2には、デュポン社製カプトン200Hを用い、真空ラミネートを用いて中空フィラメント501～508、511～518の上からラミネートした。

その後の外形加工で、プリント基板用の外形加工機を用いて所望の形に切断した。所定部分の支持体を除去し、12本の全長40cmの中空フィラメント501～508、511～518を50mmの長さを露出させた形状のマイクロ流体システム用支持ユニットを作製した。中空フィラメント501～508、511～518で形成した流路の位置づきは設計図面に対し、±20μm以内に收まり、敷設部分全般、特に交差配線部分で中空フィラメント501～508、511～518の破損等の不具合は認められなかった。

続いて、中空フィラメント501～508、511～518の所定箇所301～308、311～318に電子線を照射後、グリシジルメタクリレート(GMA)をグラフト重合させた後、イミノジ酢酸二ナトリウム/ジメチルスルホキシドの水溶液を一定温度に保ちながらチューブ内に一定流速で流し、グラフトポリマー鎖のエポキシ基をイミノジ酢酸

基に変換させて金属イオン交換機能を付与させた。

本マイクロ流体システム用支持ユニットにおいて金属イオン交換機能が働くか否かを確認する目的で、一定濃度 $C_0$ の硫酸銅水溶液を一方の端から供給し他方の端から出てきた流出液の濃度 $C$ を測定した。供給した銅イオンの交換率を次の式で計算した。

$$\text{交換率 (\%)} = (C_0 - C) / C_0 \times 100$$

交換率は約60%であり、マイクロ流体システム用支持ユニットが金属イオン交換機能を有することを確認した。

(例5)

イワセ社のフッ素樹脂チューブEXLON PFAチューブ(内径0.5mm、外径1.5mm)を用意した。該チューブを約40cmの長さに切断し、一方の端からポリエチレンフィルタを挿入し所定箇所301～308に固定した。チューブ内に日立化成製のゲルパック充填剤TM70を0.01cc充填した後、ポリエチレンフィルタを詰めて蓋をして中空フィラメント501～508とした。

第一の支持体1に、非粘着型感圧接着剤ダウコーニングアジア社製のS9009(厚さ100μm)を有した厚さ0.5mmのアルミ板を用いた。これに、超音波振動と荷重の出力制御が可能でNC制御でX-Yテーブルを可動できるNC配線装置を用い、上記の中空フィラメントを敷設した。中空フィラメント501～508には、荷重150gと周波数20kHzの超音波による振動をかけ、長さ40cmの直線状に密着して並べた。第二の支持体2には、デュポン社製カプトン200Hを用い、真空ラミネートを用いて中空フィラメント501～508の上からラミネートした。

その後の外形加工で、プリント基板用の外形加工機を用いて所望の形に切断した。所定部分の支持体を除去し、8本の全長40cmの中空フィラメント501～508を50mmの長さを露出させた形状のマイクロ流体システム用支持ユニットを作製した。中空フィラメント501～508で形成した流路の位置ばらつきは設計図面に対し、±20μm以内に収まり、敷設部分全般、特に交差配線部分で中空フィラメント501～508の破損等の不具合は認められなかった。

本マイクロ流体システム用支持ユニットにおいて、薬剤の吸・脱着機能が働くか否かを確認する目的で、次の測定を行った。中空フィラメント501～508に、アシュラム、オキシン銅、メコプロップ、チウラム、イプロジオン、ベンスリドの残留農薬試験用標準試薬(和光純薬社製)を各々0.25ppmとなる混合水溶液を調合しマイクロシリンジで1ml注入した。注入した全量が所定箇所301～308を通過するように通気した。続いて、中空フィラメント501～508にアセトニトリルを注入して抽出し、HPLCにて該抽出液の成分分析を行った。その結果、全成分とも、注入量の90%以上回収できたことを確認した。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1(a)は、本発明の第一の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットの断面図で、図1(b)は、A-A線矢印方向から見た断面図が図1(a)に対応する平面図である。

【図2】図2(a)は、本発明の第二の実施の形態に係るポート(穴)を備えるマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図で、図2(b)は、本発明の第二の実施の形態に係るポート(ニードル)を備えるマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図である。

【図3】図3(a)は、本発明の第二の実施の形態に係る中継部を備えるマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図で、図3(b)は、図3(a)のA-A線方向の断面図である。

【図4】本発明のその他の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニット用中空フィラメントの構造を説明する鳥瞰図である。

【図5】図5(a)は、図5(c)に示す本発明の更に他の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットの平面図のA-A線矢印方向から見た断面図、図5(

b) は、図5(c)に示す平面図のB-B線矢印方向から見た断面図である。

【図6】本発明のその他の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図である。

【図7】本発明のその他の実施の形態に係るマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図である。

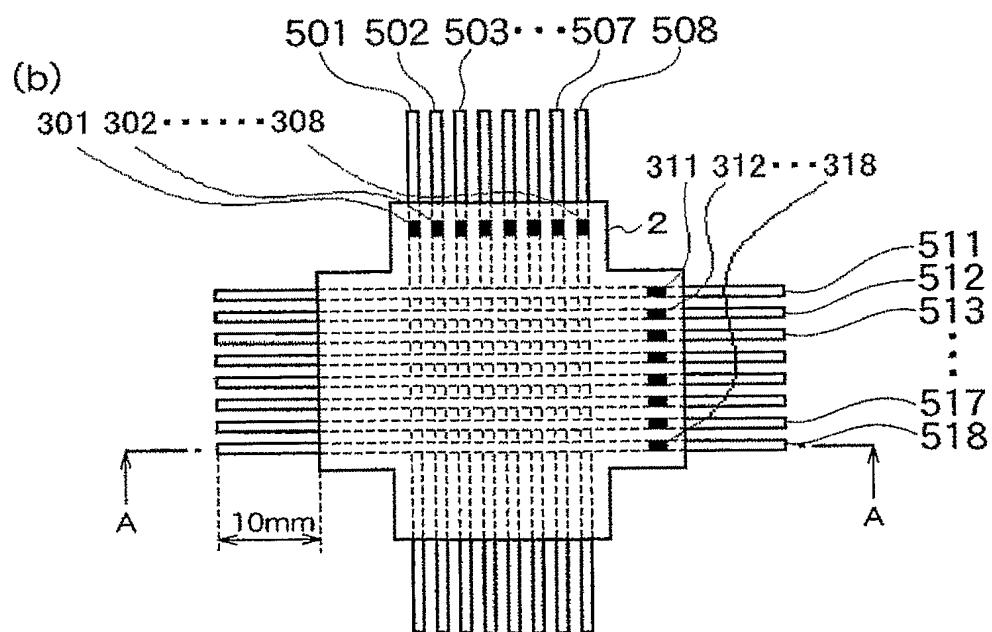
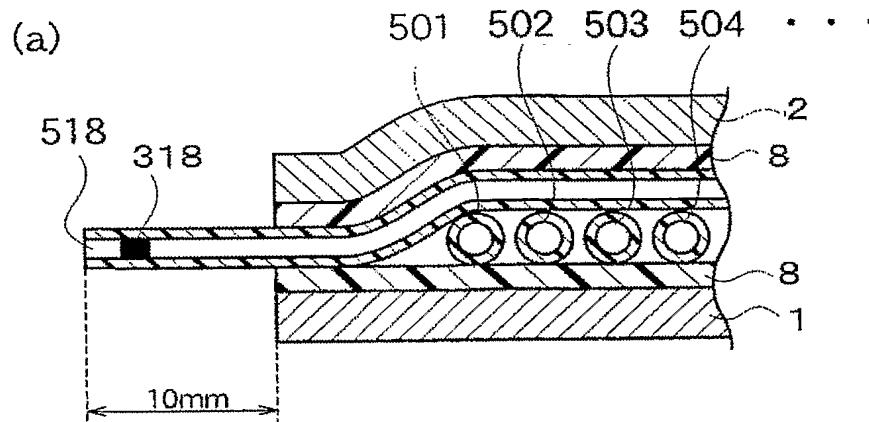
【図8】本発明の第二の実施の形態に係る継手を備えるマイクロ流体システム用支持ユニットの鳥瞰図である。

【符号の説明】

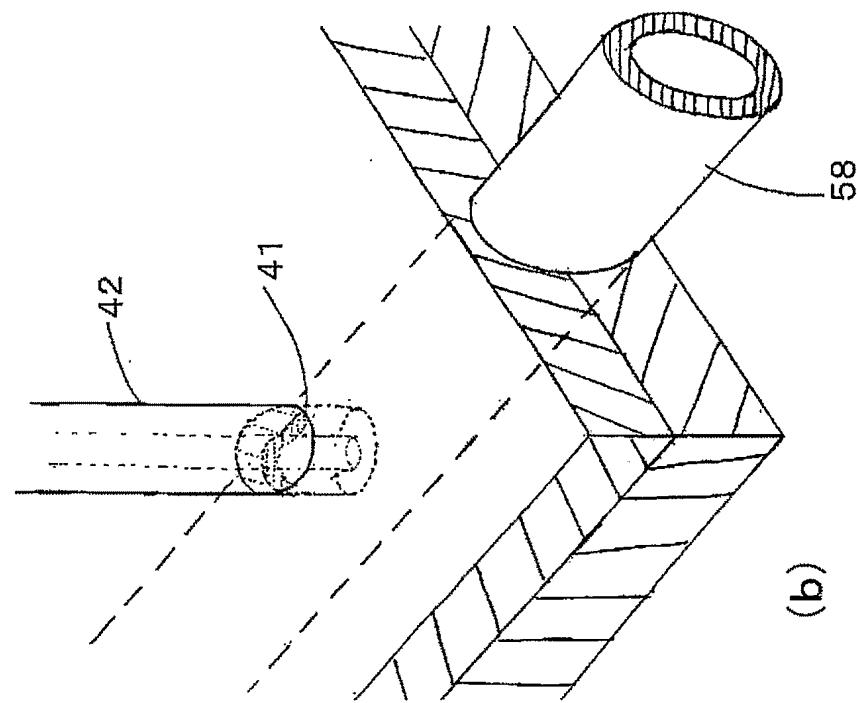
【0025】

- 1 第一の支持体
- 2 第二の支持体
- 301～308, 311～318 機能性を付与した所定箇所
- 41 ポート(穴)
- 42 ポート(ニードル)
- 43 ポート(継手)
- 58, 501～508, 511～518 中空フィラメント
- 59 金属膜
- 6 中継部
- 8 接着層
- 9 露出窓

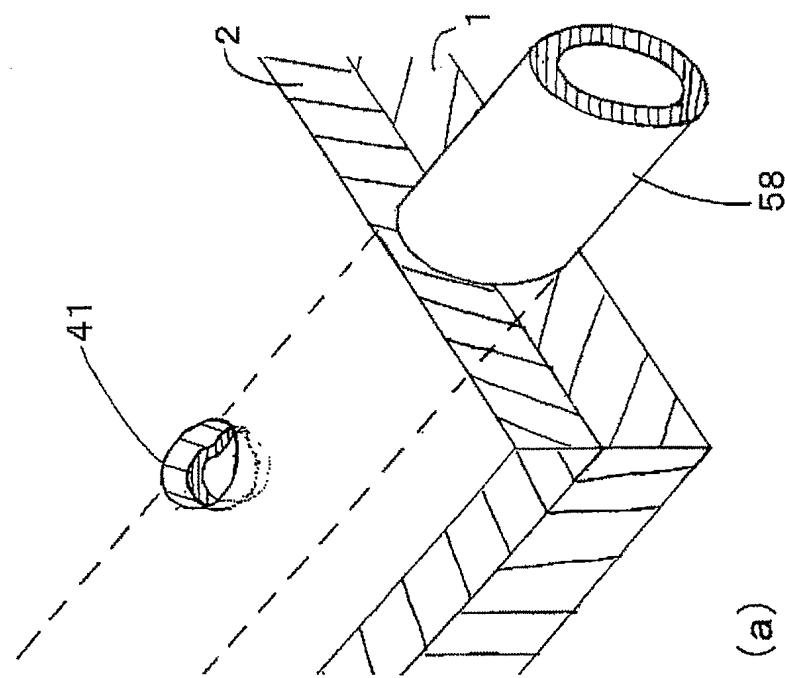
【書類名】図面  
【図1】



【図2】

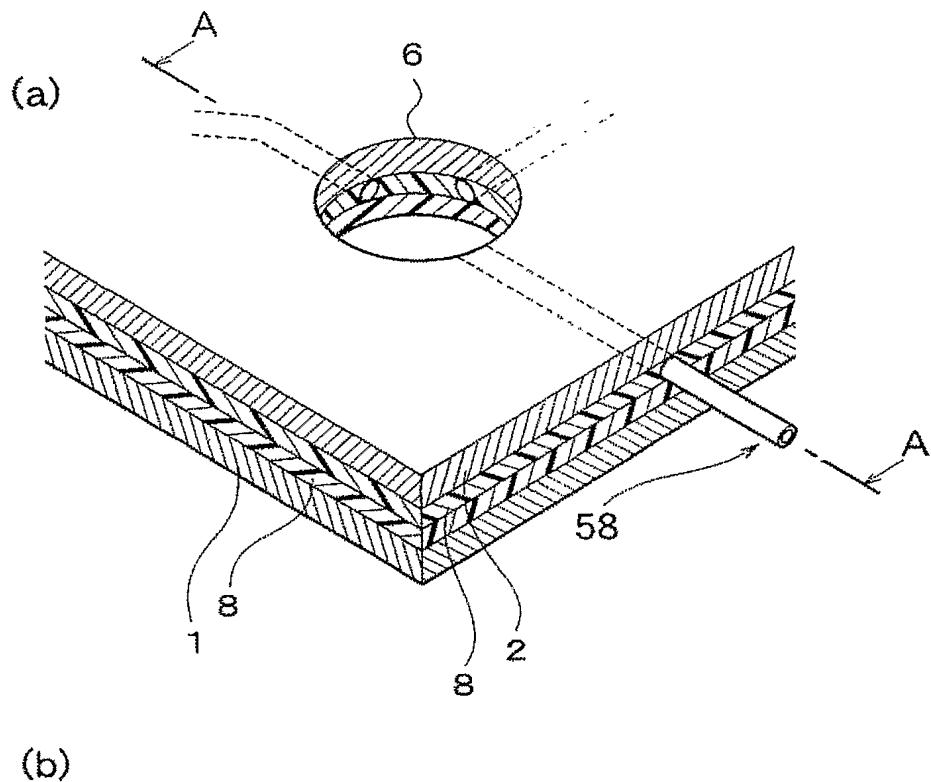


(b)

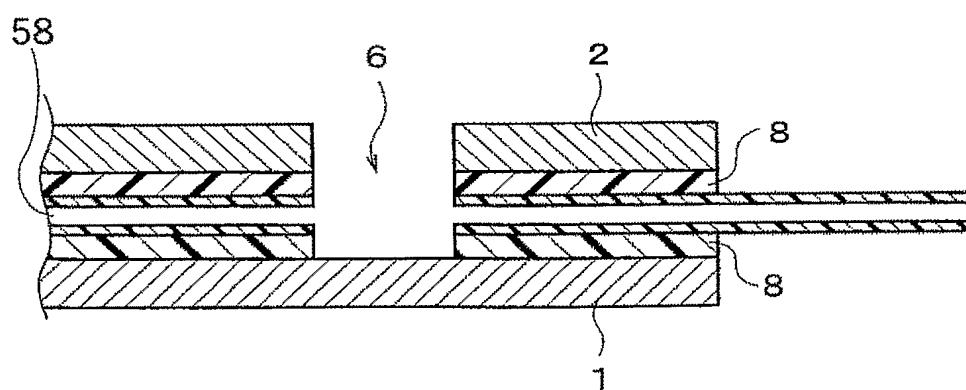


(a)

【図3】

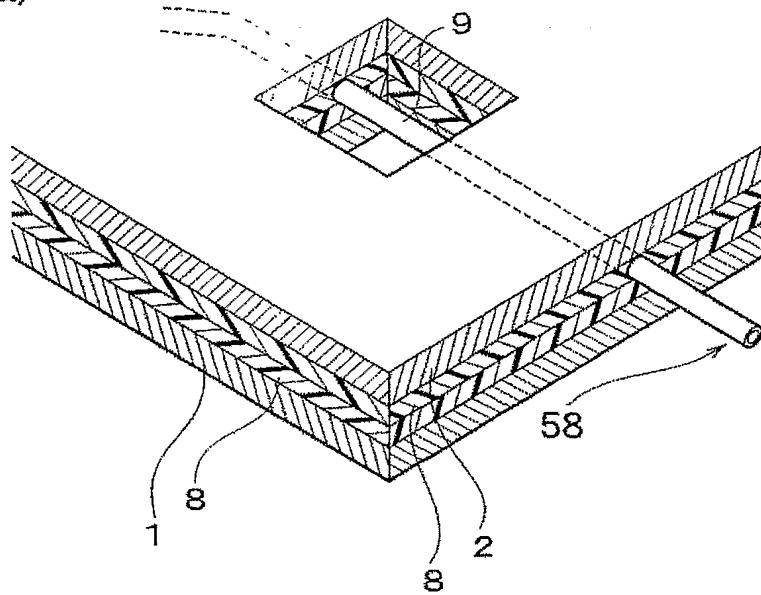


(b)

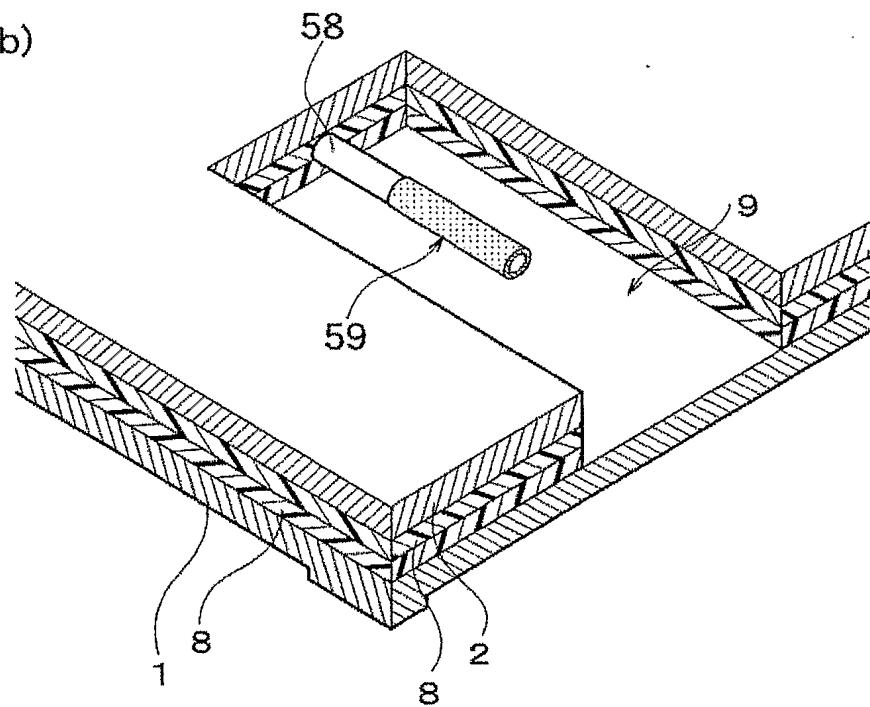


【図4】

(a)

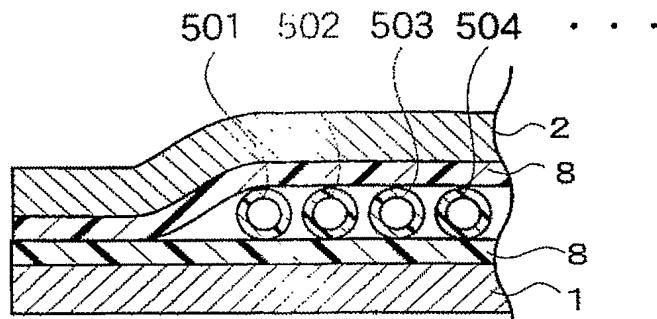


(b)

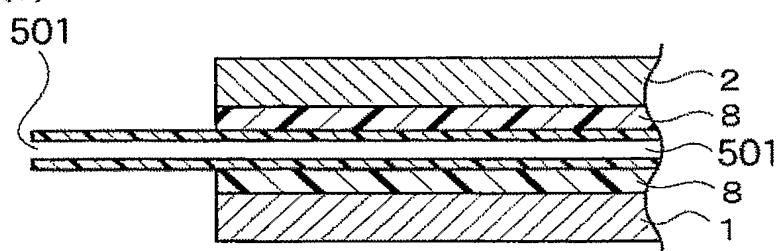


【図 5】

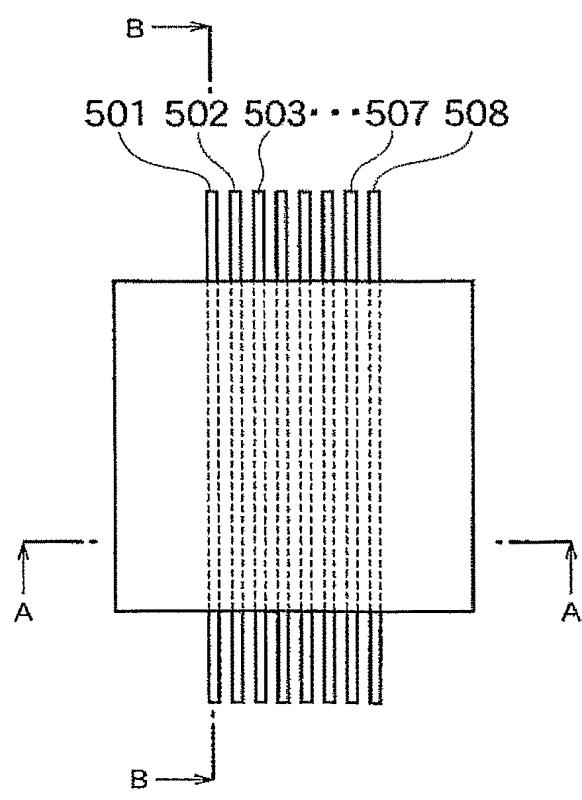
(a)



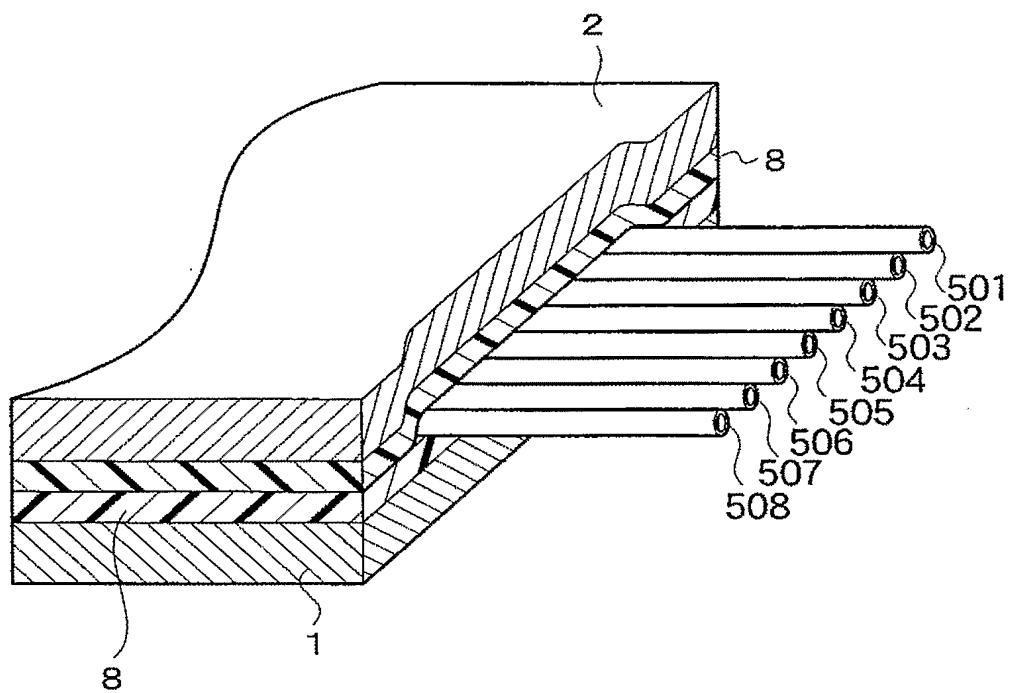
(b)



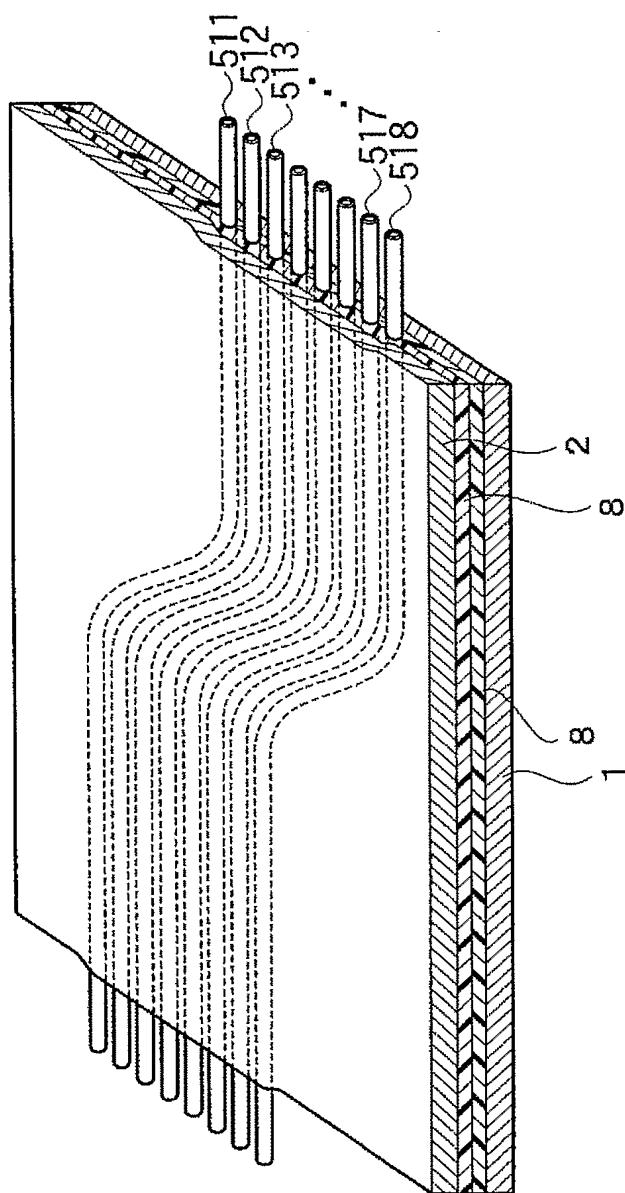
(c)



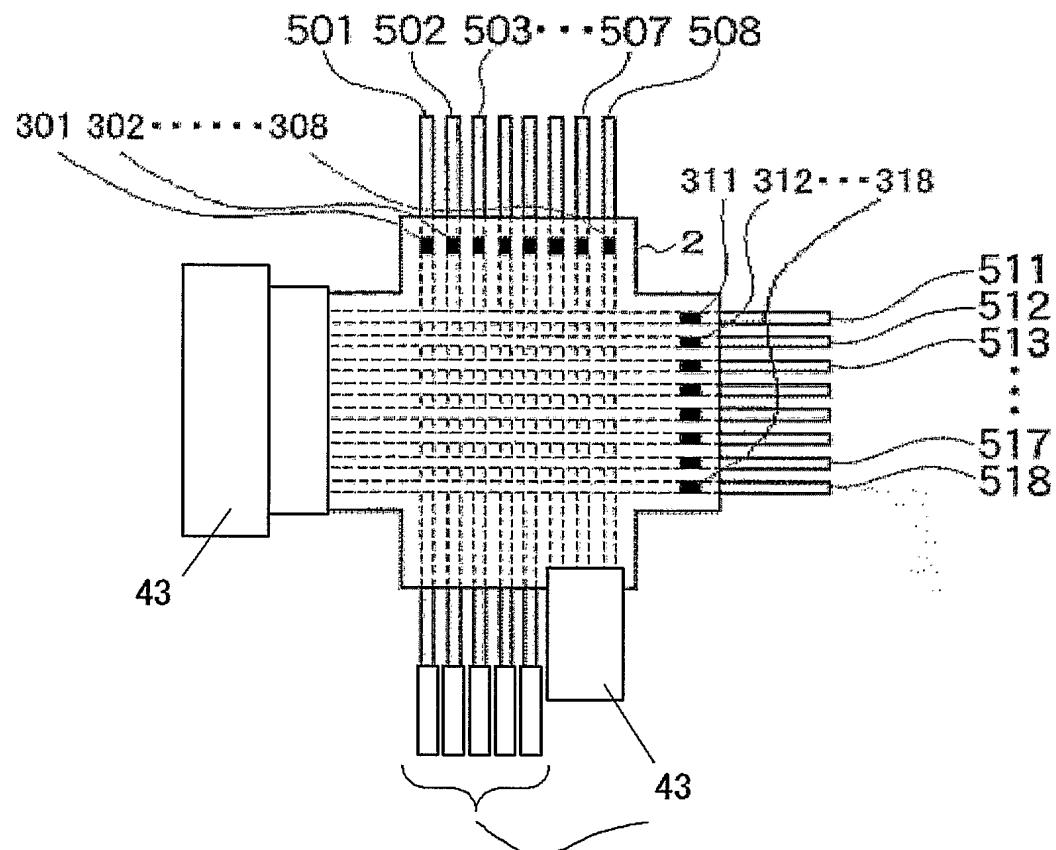
【図 6】



【図7】



【図 8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 反応や分析のステップ数や量の制限が緩く、製造が容易であるマイクロ流体システム用支持ユニット、さらに、複雑な流体回路を高密度に実装できるマイクロ流体システム用支持ユニットを提供する。

【解決手段】 第一の支持体と、マイクロ流体システムの流路として機能する、少なくとも一本の中空フィラメントとを備え、該中空フィラメントが前記第一の支持体に任意の形状に敷設され、かつ前記中空フィラメントの内側の所定箇所が機能性を有するマイクロ流体システム用支持ユニット。

【選択図】 図1

特願2004-133265

出願人履歴情報

識別番号 [00004455]

1. 変更年月日 1993年 7月27日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号  
氏 名 日立化成工業株式会社